



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE NUTRICION

**CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE DEL *Tamarindus indica* “tamarindo”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN**

AUTOR:

CINTHIA VANESSA MENDOCILLA RODRIGUEZ

ASESOR:

Dr. JORGE LUIS DIAZ ORTEGA

LINEA DE INVESTIGACION:

PROMOCION DE LA SALUD Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TRUJILLO– PERU

2018

JURADO CALIFICADOR

CINTHYA STEPHANY NEGLIA CERMEÑO

PRESIDENTE

DHYANA HUANALAYA ALAMA

SECRETARIA

JORGE LUIS DÍAZ ORTEGA

VOCAL

DEDICATORIA

A nuestro señor bendito por brindarme una segunda oportunidad para seguir con vida, a los seres maravillosos que me dieron la vida, sin ellos nada hubiera logrado. El motor de mi vida, mi familia, por las muestras de cariño que me brindan a diario.

AGRADECIMIENTO

Al apoyo invariable y entereza de mi asesor, mi madre y padre, que siempre estuvieron alentándome para seguir adelante. Mi madre gracias por existir, Dios no me pudo brindar una madre tan maravillosa.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Cinthia Vanessa Mendocilla Rodriguez, con DNI 73779798, estudiante de la Escuela Profesional de Nutrición de la Facultad de Ciencias Médicas, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL Tamarindus indica “tamarindo”:

1. De mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas; por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, noviembre del 2018.

Cinthia Vanessa Mendocilla Rodríguez

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Presento ante ustedes la tesis titulada CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL Tamarindus indica “tamarindo”, la misma que someto a vuestro mérito y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Licenciado en Nutrición.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 TRABAJOS PREVIOS (ANTECEDENTES).....	2
1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	6
1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	10
1.5 JUSTIFICACION	10
1.6 HIPOTESIS	10
1.7 OBJETIVOS.....	11
II. MÉTODO.....	11
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACION	12
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	14
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	14
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	18
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	19
III. RESULTADOS.....	20
IV. DISCUSION.....	21
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	27
ANEXOS	34

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con la finalidad de determinar la capacidad antioxidante que presenta el *Tamarindus indica*; se trabajó con un diseño no experimental. Se contó con una muestra de 134.8 gr de pulpa de *Tamarindus indica* procedente de Virú. Para la realización de los métodos establecidos, como primer paso se desarrolló la elaboración del extracto hidroalcohólico con etanol al 80%, colocado a la estufa a una temperatura de 40 °C, macerando por dos semanas. Para la determinación de los compuestos fenólicos se utilizó el método Folin Ciocalteu obteniendo como resultado 10.82 equivalentes de ácido gálico (AG) por 100 gr de producto. La capacidad antioxidante se determinó mediante el método de 1,1 –difeníl-2 picril-hidrazilo (DPPH), el IC₅₀ obtenido de las concentraciones en sólidos totales en (µg/ml) fue de 293.93 µg/ml y en relación al IC₅₀ expresado en ácido gálico por mililitro (AG/ml) el resultado obtenido es de 31 AG/ml. Los resultados muestran que la pulpa de *Tamarindus indica*, contiene compuestos fenólicos y capacidad antioxidante pero que esta no es suficiente para inhibir los radicales libres, como en el caso del DPPH.

Palabras clave: *Tamarindus Indica* (Tamarindo), Capacidad Antioxidante, compuestos fenólicos.

ABSTRACT

The present research work was carried out in order to determine the antioxidant capacity of the *Tamarindus indica*; We worked with a non-experimental design. There was a sample of 134.8 gr of *Tamarindus indica* pulp from Virú. To carry out the established methods, as a first step the elaboration of the hydroalcoholic extract with 80% ethanol was developed, placed in the oven at a temperature of 40 ° C, macerating for two weeks. For the determination of phenolic compounds the Folin Ciocalteu method was used, obtaining as a result 10.82 equivalents of gallic acid (GA) per 100 g of product. The antioxidant capacity was determined by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method, the IC50 obtained from the total solid concentrations in (ug / ml) was 293.93ug / ml and in relation to the expressed IC50. in gallic acid per milliliter (AG / ml) the result obtained is 31 AG / ml. The results show that the pulp of *Tamarindus indica*, contains phenolic compounds and antioxidant capacity but that this is not enough to inhibit free radicals, as in the case of DPPH.

Key words: *Tamarindus Indica* (Tamarindo), capacidad Antioxidant, Phenolic compounds.

I. INTRODUCCION

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La flora peruana es abundante en especies cuyas propiedades son terapéuticas y contribuyen a la medicina tradicional, siendo los primeros medicamentos que conoció el ser humano, estando en vigencia al transcurrir los años, en los cuales, según investigaciones se han visto efectos benéficos en la salud humana.¹

En el Perú se han ido desarrollando variedad de estudios en diferentes plantas, dando a conocer sus componentes como: analgésicas, antiinflamatorias, antibacteriana, etc. siendo aún escasas las investigaciones que validen estas propiedades. El papel de los vegetales y productos alimenticios en la prevención de enfermedades ha sido atribuido en parte, a las propiedades antioxidantes de sus compuestos polifenólicos.²

Los alimentos ricos en compuestos polifenólicos, bebidas y extractos de planta tales como el vino tinto, el extracto de semilla de uva, té verde, el tamarindo, son una fuente de componentes con características como: hipolipidemicos, antiarterioesclerosis, antiinflamatorios, inmunomoduladores y antioxidantes.²

En la actualidad se enfatiza la investigación acerca de especies vegetales de zonas endémicas como una opción hacia el consumo de productos naturales utilizadas por nuestros antepasados como tratamiento a sus enfermedades, siendo estas aprovechadas en la medicina moderna debido a los efectos terapéuticos atribuidos por sus principios activos siendo de gran porcentaje los polifenoles, flavonoides, etc. El mecanismo básico de acción de los antioxidantes es retrasar la acción de autooxidación para inhibir la formación de radicales libres o interrumpir la cadena de propagación de radicales libres.³

El fruto del Tamarindo es una fruta tropical con sabor ácido que pertenece a la familia Leguminosas, considerándose un alimento funcional, el cual posee un

alto contenido de compuestos fenólicos que pueden actuar como antioxidantes y antimicrobianos.⁴

Por ello se puede considerar que, debido a las diversas alternativas en relación a las diferentes plantas con fines curativos, el costo reducido y el elevado beneficio que estas poseen son una buena elección que la población necesita para combatir un proceso patológico; reconociendo la necesidad de introducir a la salud pública los recursos de insumos en la medicina tradicional.

En relación con lo mencionado anteriormente, este proyecto tiene como objetivo determinar el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante del *Tamarindus indica* “tamarindo”.

1.2 TRABAJOS PREVIOS (ANTECEDENTES)

Razali et al⁵ Estudiaron los efectos de los solventes, de polaridades variables, en la extracción de antioxidantes fenólicos de las hojas, semillas, venas y pieles de *Tamarindus indica* (T. indica). Las eficiencias de los disolventes para la extracción de los compuestos fenólicos antioxidantes fueron del orden: metanol > acetato de etilo > hexano. El contenido fenólico varió de 3.17 a 309 mg de equivalentes de ácido gálico / g. El extracto de hoja de metanol (MEL) tuvo el mayor contenido fenólico y fue el eliminador más potente de DPPH y radicales superóxido. Existe relación entre el compuesto fenólico y las actividades antioxidantes de las partes de la planta. Los análisis de HPLC de MEL revelaron la presencia de catequina, epicatequina, quercetina e isorhamnetin. En general, el metanol fue el disolvente más efectivo para la extracción de fenoles antioxidantes de T. indica, particularmente la hoja, puede ser una fuente útil de antioxidantes naturales.

Siddhuraju⁶ Examinaron las propiedades antioxidantes y el contenido fenólico total de la cubierta de semilla calentada seca de *Tamarindus indica*. Las muestras calentadas en crudo y en seco se extrajeron con metanol seguido de 70% de acetona, después de tratar con éter de petróleo, los disolventes se eliminaron usando un evaporador de vacío rotatorio y los extractos que

contenían humedad residual se liofilizaron, respectivamente. Los extractos de metanol para las muestras de la cubierta de semilla calentada tanto en crudo como en seco contenían un nivel más alto de compuestos fenólicos y taninos totales que los extractos acuosos de acetona. Los extractos se cribaron para determinar sus posibles actividades antioxidantes usando sistemas modelo de emulsión de O₂, radical hidroxilo (OH); α , α -difeníl- β -picrilhidrazilo (DPPH), y ácido linoleico. A diferentes concentraciones de los respectivos extractos de disolventes, se observó el nivel máximo de actividad de eliminación de radicales anión superóxido (79-85%) a 200 μ g de los extractos de la cubierta de la semilla calentados en seco y sin procesar en la mezcla de reacción. El radical DPPH y las actividades de barrido de radicales de cationes ABTS se probaron bien con la capacidad antioxidante reductora férrica de los extractos. Curiosamente, entre los extractos, el metanol y los extractos acuosos de acetona de la muestra calentada seca mostraron la mayor actividad de eliminación de radicales hidroxilo de 56,6 y 45,7%, respectivamente. Todos los extractos exhibieron una buena actividad antioxidante (64.5-71.7%) contra el sistema de emulsión de ácido linoleico y los valores fueron más bajos y más altos que el antioxidante sintético, el BHA y el ácido ascórbico, respectivamente.

Escalona⁷ Se determinó un estudio basado en lo fotoquímico, en el cual se establecieron que tamarindus indica (hojas) se identifican un conjunto de metabolitos. El extracto fluido utilizado el cual se separó en cuatro preparados, los cuales tenían diferente polaridad y naturaleza distinta, para la evaluación in vitro de su actividad antimicrobiana y antioxidante. Las fracciones de n-hexano y cloroformo formaron parte de las de menor actividad inhibitoria del DPPH en relación a las anteriormente evaluadas. Se definen químicamente por un alto contenido de ácidos grasos; la fracción de n- hexano demostró una elevada actividad antioxidante con un IC₅₀=136.28 μ g/mL menor que la obtenida para la fracción de cloroformo IC₅₀=191,56 μ g/mL. En la preparación de un extracto antioxidante de la pulpa del fruto se empleó como menstruo etanol al 70 %. A la concentración de 100 μ g/mL, este extracto capturó el 42 % del DPPH añadido, actividad significativamente menor que la obtenida en las hojas.

Piloto et al⁸ El propósito de la investigación fue estimar el potencial antioxidante y muta génico del extracto hidrolcoholico al 70 % de la corteza del Tamarindus Indica, el cual mostro en la actividad antioxidante valores del IC 50 < 30 µg/ml y IC50 < 32 µg/ml en la reducción de DPPH y en la inhibición de la peroxidación lipídica lo que indico el potencial que posee ante los radicales libres.

Luanne⁹, en su tesis titulada Fenólicos Totales y Capacidad Antioxidante En Vitro De Pulpas de Frutos Tropicales mostraron como resultado en relación a la eficiencia del solvente de extracción, en que se mostró que el agua pura presentó mejor poder extractor para los compuestos fenólicos de las pulpas de frutas, en comparación con la solución hidroalcoólica (19%). Se evidencia, por lo tanto, que la mayor parte de los compuestos fenólicos de estas frutas presentan mayor polaridad, por lo tanto, son más hidrosolubles. Se evaluó la capacidad antioxidante mediante el método de captura de los radicales DPPH, de los extractos acuosos e hidroalcoólicos de las pulpas de frutas evaluadas en este estudio. Los resultados fueron expresados en EC50 (concentración de extracto en µg / mL capaz de reaccionar con 50 % del radical presente en la solución de DPPH). Por lo tanto, cuanto menor el valor del EC50, mayor será la actividad antioxidante del extracto analizado. El total de compuestos fenólicos que presento la pulpa de tamarindo en mg de ácido galico/ 100 gr de pulpa fue de 23, 35. La capacidad antioxidante (EC 50 en ug/ml del extracto hidrolcoholico de la pulpa de tamarindo utilizando el radical DPPH fue de 1431,47.

Mourice M.¹⁰ En su estudio para establecer las Cantidades y actividad antioxidante en frutas y hojas de Tamarindus indica L recolectadas de tres zonas agroecológicas de Tanzania representada por las regiones de Morogoro, Tanga y Dodoma. Las cuales estudiaron las muestras por sus contenidos fenólicos expresados en equivalente de ácido gálico (EAG), así como su actividad antioxidante. El contenido fenólico total en todos los extractos de frutos y hojas fue significativamente diferente. ($p < 0.05$) y varió de 1994.4 ± 530.77 a 17874.67 ± 5234 mg de AEG / 100 g. similar el contenido total de flavonoides en hojas de tamarindo. Hubo una diferencia significativa ($p < 0.05$). En el estudio se mencionó que el crecimiento y la maduración de los tejidos de las plantas

involucran una serie de reacciones complejas, que llevan a los cambios en la fitoquímica. En general, entre los seis extractos de muestra, la hoja de tamarindo y el fruto extractos de la zona costera (17799.25 ± 4825.05 mg EAG / 100 g y 4755 ± 1699.25 mg AG / 100 g respectivamente) demostraron niveles más altos de contenido fenólico en comparación con el Oriental (17874.67 ± 5234 mg EAG / 100 g de extractos de hojas y 2073.33 ± 287.39 mg AG / 100 g) y zonas centrales (6144.6 ± 2205.23 mg EAG / 100 g de extractos de hojas y 1994.4 ± 530.77 mg EAG / 100 g de extractos de fruta) muestras. En todos los casos, se reveló que, hubo una alta variación en el contenido fenólico entre las partes morfológicas del tamarindo (es decir, frutos y hojas). El extracto de hoja de tamarindo de la zona costera tuvo significativamente mayor concentración ($p < 0.05$) de compuestos fenólicos en comparación con frutos del mismo.

1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

El árbol del tamarindo (*Tamarindus indica* L.) se considera originario de la India, Medio Oriente o África. Sin embargo, la mayoría de las fuentes hacen mención que proviene de países como Etiopía (pueblos indígenas de las sabanas) Sudán, Kenia y Tanzania. Pertenece a la familia Fabaceae, y a la subfamilia Caesalpinioideae ¹¹; crece en climas secos y puede alcanzar una altura entre 20 a 30 m, con una vida media de 200 años. ¹²

Se estima la producción nacional de tamarindo en el 2015 en el Perú es de 2144 toneladas, en el departamento de Amazonas se calcula 41 toneladas de producción en el mismo año; en la zona norte del Perú la única en producción se estima 656 toneladas en Lambayeque, 1299 toneladas en Piura y 149 toneladas de producción en Tumbes. ¹³

El *tamarindus indica* es un fruto compuesto por una vaina linear, indehisciente, curvada, el cual posee una capa externa delgada, de color pardo característico, presenta el epicarpio, crustáceo seco y escamoso, que al secarse se quiebra con facilidad; una capa mediana (mesocarpio) pulposa combinada con fibras y una capa coriácea interna (endocarpio) de 1.7 a 15 cm de largo por 2 a 3.5 cm de ancho y 1.5 cm de espesor; conteniendo 1 a 12 semillas. ¹⁴

El tamarindo es de los pocos frutos tropicales que presenta un bajo contenido de agua y como consecuencia, tiene un elevado contenido de proteína, carbohidratos y minerales, mayor a ningún otro fruto. Además, la pulpa presenta distintos tipos de ácidos orgánicos libres entre los cuales se incluye el ácido tartárico, cítrico y málico. ¹⁵

La pulpa de tamarindo se caracteriza por tener un sabor ácido el cual se atribuye a la presencia del ácido tartárico, además de ser buena fuente de vitaminas como A, C y complejo B (Tiamina, Riboflavina, Ácido Fólico). El fruto de tamarindo es ampliamente consumido debido a la presencia de los compuestos antes mencionados que le brindan un sabor característico. ¹⁶

En la medicina tradicional, se ha atribuido al fruto de tamarindo diversas propiedades curativas entre las que se encuentran: laxante, antimicrobianas,

antihelmínticas, prevención de cálculos renales, infecciones urinarias, entre otras; y que han hecho que este fruto sea objeto de estudio.¹⁷

El radical libre es altamente reactiva, su vida media es de microsegundos produciendo un daño potencial; es una figura química con una estructura en donde se encuentran uno o más electrones que no están apareados.¹⁸

Los radicales libres poseen un electrón desapareado o considerado también libre el cual proporciona una elevada reactividad, captando electrones estables con el propósito de lograr estabilizarse electroquímicamente. Cuando ha logrado obtener el electrón que le hacía falta, la molécula estable que le confiere se convierte en un radical libre por haber quedado con un electrón desapareado.¹⁹

Una sustancia que puede prevenir las consecuencias adversas de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas de los seres humanos son los antioxidantes dietéticos, los cuales forman parte de los alimentos que son consumidos cotidianamente.²⁰

Existe una amplia gama de compuestos en diversos alimentos que presentan este tipo de clasificación. Sin embargo, algunos de los compuestos bioactivos que se destacan y se han identificado en el fruto de tamarindo son los carotenoides, fibra dietética (FD) y compuestos fenólicos (CF), que estos contribuyen en un efecto positivo en la salud humana.²¹

Los carotenoides son fotopigmentos liposolubles que están presentes en el organismo producto de la alimentación. La fotoprotección del sistema fotosintético es la principal actividad de estos compuestos en el organismo humano, la actividad provitamina A, donde esta actividad es reconocida en los carotenoides, siendo el β -caroteno el más importante porque su estructura tiene un mejor rendimiento en retinol.¹⁷ Además, estos compuestos pueden ejercer otras actividades de importancia en la salud humana como son la antioxidante, la potenciación del sistema inmune y la fotoprotección de tejidos. Sin embargo, en la pulpa de tamarindo no se han cuantificado estos compuestos, sino ha sido en las hojas del árbol de tamarindo donde se encontraron carotenoides, tales

como el β -caroteno (7.46 mg/100 g base seca), α -caroteno (0.23 mg/100 g base seca), luteína (30.8 mg/100 g base seca), zeaxantina (0.85 mg/100 g base seca), β -criptoxantina (0.13 mg/100 g base seca), entre otros.²¹

Un compuesto fenólico se caracteriza por tener en sus moléculas uno o más grupos hidroxilos el cual están unidos a un anillo aromático; el fenol presente en este compuesto forma parte de un anillo aromático (fenil) que está unido a un grupo hidroxilo (OH). La presencia de este anillo aromático genera que los ácidos débiles tengan un efecto inductivo en el hidrogeno del grupo hidroxilo; jugando así un papel importante en las propiedades antioxidantes.²²

En la actualidad los compuestos fenólicos, son consideradas antioxidantes en la alimentación diaria, encontrándose en las diferentes hortalizas, frutas, raíces entre otras; los compuestos fenólicos forman parte de diferentes funciones metabólicas en las plantas tanto en el crecimiento y reproducción, así como también en la protección contra patógenos externos y el estrés como la radiación UV. Asimismo, estos le confieren el color y características sensoriales de las plantas, proporcionando la astringencia de hortalizas y frutas.²²

Los compuestos fenólicos se pueden clasificar en ácidos fenólicos, flavonoides y taninos que son establecidos como los principales compuestos fenólicos que se encuentran en la alimentación diaria. Los ácidos fenólicos se dividen en dos subgrupos tales como los ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos. Los ácidos hidroxibenzoicos que forman parte de ácido gálico, p-hidroxibenzoico, vanílico y sirínico, que en similitud tienen la estructura C6-C1.²²

La capacidad para erradicar los radicales libres, átomos de hidrogeno o donar electrones, es gracias a la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. Esta sustancia tiene capacidad de minimizar la presencia de especies reactivas antes de su ataque a diversos sustratos tales como lípidos, proteínas; siendo un importante proceso ya que las especies reactivas de oxigeno generan diferentes acciones sobre el metabolismo que puede ser el origen del daño celular.²²

La técnica en el que se emplea el 2,2-difenil-1- picrilhidrazilo como radical, es el método de DPPH, el cual se accede directamente disolviendo el reactivo en un

medio orgánico. La reducción de este se evalúa por la disminución de la absorbancia a una longitud de onda característica. El DPPH en su forma común de radical libre absorbe a 515 nm y cuando este sufre una reducción por un antioxidante, esta absorción se desaparece. Para finalizar, la desaparición de DPPH otorga un índice para determinar la capacidad del compuesto para captar radicales; estos antioxidantes actúan como anti radical donando átomos de hidrogeno, como resultado se establecen estructuras estables que detendrán la reacción en cadena, como en el caso de los fenoles.²³

Cuando la muestra o el sustrato antioxidante reacciona con el DPPH el cual al donar un átomo de hidrogeno, la coloración violeta desaparece, esta modificación en el color debe ser monitoreado a través del espectrofotómetro,

El método desarrollado por Brand – Williams tiene como principio básico en el que el radical tiene un electrón desapareado, de coloración azul – violeta, el cual va reduciendo su color hacia amarillo pálido al reaccionar con una sustancia antioxidante, el resultado de la absorbancia se mide a través del espectrofotómetro a una longitud de 515 nm. El cual es indispensable para determinar los parámetros de las propiedades antioxidantes que son obligatorias para lograr el estado estacionario y lograr la reacción redox. La diferencia de absorbancia, reporta el porcentaje de captación de radicales libres.

24,25

1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál es el contenido de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante del *Tamarindus Indica*?

1.5 JUSTIFICACION

Es conveniente realizar la investigación debido a que se conocerá las propiedades antioxidantes y como estos benefician el estado de salud en la población, las cuales no han tenido un estudio científico que prueben su capacidad. Asimismo, Es de importancia relevante determinar un estudio acerca de los alimentos que combaten los radicales libres ya que estos son causantes de enfermedades crónicas degenerativas, siendo preponderantes en la actualidad aumentando estadísticas día a día.

Beneficiará a la población puesto que es una planta accesible y de bajo costo con gran repercusión en la salud publica debido a que se tratara enfermedades comunes de manera natural.

Las implicancias que tendrá la investigación ayudaran a generar en la población el aumento del uso de la medicina tradicional, generando así accesibilidad a los productos naturales y a la mejoría de sus problemas de salud

Así también a partir de la investigación servirá de apoyo a diversos estudios, contribuyendo con la difusión de plantas medicinales disponibles y así utilizarlas como una opción terapéutica en la atención primaria de salud.

1.6 HIPOTESIS

La hipótesis es implícita

1.7 OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante del extracto Hidroalcoholico del *Tamarindus Indica*.

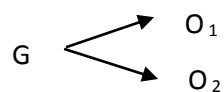
b. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el contenido de compuestos fenólicos del *Tamarindus Indica*
- Establecer la capacidad antioxidante del *Tamarindus Indica*

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

No experimental



G: El fruto de Tamarindo "*Tamarindus Indican*"

O₁: Variables (contenido de compuestos fenólicos)

O₂: variable (actividad antioxidante)

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACION

- Contenido de compuestos fenólicos
- Actividad antioxidante

VARIABLE	CONCEPTUAL	OPERACIONALIZACION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Compuestos fenólicos	Los principales componentes antioxidantes presentes en los alimentos son los fenoles o polifenoles los cuales son metabolitos secundarios de procedencia vegetal. ²⁶	Determinación de compuestos fenólicos según el método de Folin Ciocalteu.	µg ácido gálico /100gr de fruto	Cuantitativa de razón
Actividad antioxidante	La actividad antioxidante consiste en dos momentos básicos en el cual la oxidación se encuentra en relación a la disminución de electrones de hidrogeno con la obtención de una molécula de oxígeno, y la reducción que determina la ganancia de electrones de hidrogeno con la pérdida de oxígeno. ²⁰	Observación de la capacidad antioxidante a través del método 2,2-difenil-1-picril-hidracil (DPPH).	IC 50 ug/mL	Cuantitativa de razón

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **POBLACION**

Fruto de Tamarindo ("*tamarindus indica*") provenientes de la zona de cultivo de Virú.

- **MUESTRA**

Una muestra de pulpa 134.8 gr de tamarindo "*Tamarindus Indica*" provenientes de la zona de cultivo de Virú; para la elaboración del extracto hidroalcoholico.

- **MUESTREO**

Muestreo no probabilístico

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

- **Técnica**

La técnica aplicada en la investigación es la observación. Como instrumento mecánico – objetivo. Se utilizó el espectrofotómetro para la determinación de las absorbancias de las reacciones entre el extracto hidroalcohólico del *Tamarindus indica* y el DPPH. Para la determinación de los compuestos fenólicos se utilizó el método Folin Ciocalteau. Así mismo, el método del DPPH se utilizó para la determinación de la capacidad antioxidante.

- **Instrumento**

Ficha de recolección de datos en la que considerara los datos de fruto a utilizar en el estudio, procedencia y los datos correspondientes para el cálculo de la capacidad antioxidante como son las absorbancias.

- **Procedimiento**

a) PREPARACION DEL EXTRACTO

Para la preparación del extracto hidroalcohólico de *Tamarindus indica*, se desinfectó el Tamarindo con 0.5 ml de hipoclorito de sodio en un litro de agua, posteriormente se peló 134.8 gramos de pulpa de fruta para luego ser colocada a la estufa a una temperatura de 40 c° por dos semanas.

Al terminar el secado de la muestra húmeda se procedió a colocar en el mortero, posteriormente se machacó hasta obtener el producto seco en total de 95 gr. Se realizó una disolución del extracto con 200 cc de etanol al 80%, macerándose por una semana para luego ser filtrada con papel Whatman N° 40. Al obtener el extracto final se midió los grados Brix el cual dio como resultado 26.8° Brix.

b) Método de folin Ciocalteau

El reactivo de Folin Ciocalteau se caracteriza por una mezcla de ácidos de color amarillo, mencionado método se justifica en la capacidad que poseen los fenoles para reaccionar ante agentes oxidantes.

En este método se produce una reacción en donde el molibdeno es disminuido a en el complejo y se da la reacción de transferencia de electrones. Este procedimiento mide la capacidad para disminuir el reactivo fosfomolibdico/fosfotungstico a una coloración azul el cual es vista a través del espectrofotometro.²⁷

El contenido de polifenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu desarrollado por Dewanto et al²⁸. El ensayo se realizó midiendo 125 µL de la solución patrón de ácido gálico, se le adicionó 0,5 mL de H₂O destilada y 125 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu; dejando reaccionar por 6 min y se agregó 1,25 mL de una solución de Na₂CO₃ al 7 %, para finalizar, se agregó agua destilada para ajustar a 3 mL de solución total, y se dejó reposar por 90 min. Las soluciones patrón y un blanco se llevó a un espectrofotómetro para realizar las lecturas de las absorbancias a la longitud de onda de 760 nm.

Se utilizó el macerado inicial para determinar el contenido de compuestos fenólicos. Por ultimo por interpolación de las absorbancias del extracto en la curva del ácido gálico se determinó el contenido de polifenoles totales. Las determinaciones realizadas se dieron por ocho repeticiones.²⁸

c) Determinación de la actividad antioxidante in vitro frente a DPPH

El método DPPH, es conocida como la técnica que emplea el 2,2-difenil-1- picrilhidrazilo como radical. Este es un radical libre que se puede obtener directamente disolviendo el reactivo en un medio orgánico. La reducción del mismo se monitorea por la disminución en la absorbancia a una longitud de onda característica. En su forma de radical libre, el DPPH absorbe a 515 nm y cuando sufre reducción por un antioxidante, esta absorción desaparece. En consecuencia, la desaparición del DPPH proporciona un índice

para estimar la capacidad del compuesto de prueba para atrapar radicales; un antioxidante que actúa como anti radical dona átomos de hidrógeno, dando como resultados radicales con estructuras moleculares estables que detendrán la reacción en cadena, tal es el caso de los fenoles.²⁹

El método del DPPH, se caracteriza por ser un radical que posee un electrón desapareado lo que le otorga una coloración azul – violeta en su estado normal; dicha coloración frente a un antioxidante se ve alterada tornándose amarillo pálido; este cambio permite medir la absorbancia mediante un espectrofotómetro a una honda de longitud de 515nm.³⁰

Se evaluará la actividad antioxidante in vitro de los extractos hidroalcohólicos de los frutos a utilizar en el presente proyecto. Se preparará diluciones en etanol acuoso (80%) para los extractos hidroalcohólicos hasta obtener concentraciones de 0,0 a 150,0 µg/mL. Se mezclará 1,0 mL de cada una de las diluciones con 0,5 mL de una solución 0,3 mM de DPPH en etanol y se dejará reaccionar a temperatura ambiente por 60 minutos; al término de los cuales se medirá la absorbancia de la mezcla a 517 nm. Todas las pruebas se realizaron por quintuplicado. Se determinará la capacidad antioxidante de cada muestra de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Actividad antioxidante (\%)} = \left(\frac{AC - AM - AB}{AC} \right) \times 100$$

Donde:

AM: Corresponde a la absorbancia de la mezcla de 1 ml de muestra + 0,5 ml DPPH

AB: Corresponde a la absorbancia del blanco (1 ml de muestra + 0,5 ml de metanol)

AC es la absorbancia del blanco del reactivo (0,5 ml de DPPH + 1 ml de etanol).

La concentración del extracto hidroalcohólico que inhibe al 50 por ciento de los radicales de DPPH (IC_{50} , concentración inhibitoria media) se obtiene de la recta obtenida al graficar el porcentaje de actividad antioxidante versus la concentración de cada una de las diluciones del extracto hidroalcohólico de cada fruto expresada en $\mu\text{g/mL}$).

Se utilizará el intercepto y la pendiente de la línea de regresión lineal para calcular el valor de IC_{50} , aplicando la siguiente fórmula.³¹

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

Donde:

IC_{50} : cantidad necesaria de la muestra para reducir en un 50% la concentración inicial del radical DPPH (μL)

b : Intercepto de línea de regresión lineal

m : Pendiente de la línea de regresión lineal

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó la prueba estadísticas IBM Spss Statitics para evaluar los datos obtenidos de los compuestos fenólicos y actividad antioxidante del extracto hidroalcoholico del fruto *Tamarindus indica*.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

Se tomó en cuenta como aspecto indispensable la originalidad y veracidad de la información, así como también la protección del ambiente y de la propiedad intelectual.

Se tomó en cuenta que los resultados sean obtenidos no hayan sido plagiados.

Se tomó en cuenta los principios de bioseguridad al momento de realizar los análisis de laboratorio.

Así como también la priorización de la protección de los recursos naturales tomando en cuenta que las especies pueden ser aprovechadas en la investigación en los aspectos de prevención y/o tratamiento de enfermedades teniendo en cuenta el valor que los productos que se utilizaran en dicha investigación.

III. RESULTADOS

Tabla 1. *Contenido de compuestos fenólicos en la pulpa de tamarindus indica expresado en mg/100g*

Tamarindo	Ac Gálico ug/ ml de extracto	Contenido mg/100 g de producto
1	47,87	10,84
2	48,2	10,95
3	47,71	10,8
4	48,29	10,93
5	47,74	10,8
6	47,8	10,82
7	48,22	10,92
8	47,82	10,82
X	47.93	10.86
DS	0.24	0.06

Tabla 2. *Capacidad antioxidante del extracto hidroalcoholico del Tamrindus Indica mediante el método del DPPH expresado en IC50*

Extracto	IC 50 (ug/ml)	IC 50 (AG/ml)
Tamarindus Indica	283.93	31

IV. DISCUSION

En diferentes estudios se ha venido demostrando que una adecuada ingesta de antioxidantes que se encuentran en las diferentes frutas, verduras etc. favorecen a la prevención de enfermedades degenerativas crónicas, así como también de enfermedades inflamatorias y cáncer.

La investigación de los alimentos antioxidantes y de los compuestos fenólicos forman parte de una de las ramas de estudio de los últimos años debido a la gran importancia en salud que posee en salud y en la prevención de múltiples enfermedades de origen oxidativo.

El tamarindo es una especie vegetal de la familia de las Leguminosas, es una vaina linear curvada con una capa en la parte externa de color pardo, la pulpa forma parte del 40 % de la vaina y es considerada una fuente de vitaminas, pectinas y minerales, esta tiene una buena fuente de antioxidantes relacionadas a la presencia de compuestos biactivos, principalmente de compuestos poli fenólicos, las cuales se encuentran en sus diferentes partes como en las hojas, cascara, semilla y fruto. La pulpa de tamarindo se caracteriza por tener un sabor acido el cual se atribuye a la presencia de ácido tartárico, además ser una fuente de Vitaminas como A, C y complejo B. Entre los compuestos biactivos identificados son los carotenoides, fibra dietética y los compuestos fenólicos.¹⁵

Los fenoles se encuentran en las frutas y los vegetales con un comportamiento antioxidante relacionado con su capacidad para quelar metales, poseen un anillo aromático con uno o más grupos hidroxilo.

El ácido gálico es un polifenol que se encuentra en una amplia gama de frutas y hortalizas en un rango de 0.5 -15 mg/100 gr de fruta.³²

La actividad antioxidante de un fruto se debe a las propiedades redox que este posee debido a la absorción y neutralización de los radicales libres quelando al oxígeno.³³

En la presente investigación se determinó el contenido de compuestos fenólicos mediante el método de Folin Ciocalteau el cual se utiliza como reactivo en una mezcla de acidos fosfowolframico y fosfomolibdico en medio básico que se

reducen al oxidar los compuestos fenólicos originando óxidos azules de wolframio y molibdeno; Para la determinación de la actividad antioxidante del *Tamarindus indica* se sometió al radical libre sintético el 2,2 difenil-1-picrihidrazilo (DPPH).

Como se puede observar en la **tabla 1.** nos determina el contenido de polifenoles totales en la pulpa de *Tamarindus indica* expresado en equivalente de ácido gálico es de 10.86mg/100 g de pulpa y 47.93 µg/ml en el extracto hidroalcohólico. Estos datos se contrarrestan en el caso de **Luanne**⁹ que en su investigación encontró 23.25 mg de ácido gálico por cada 100 gr de pulpa de fruta en el extracto hidroalcohólico. Los procedimientos utilizados en la preparación de los extractos de las pulpas de frutas fueron obtenidos utilizando agua destilada y alcohol etílico (95%) para la obtención del extracto acuoso e hidroalcohólico. Para la preparación de los extractos, se utilizaron 50 g de pulpa de fruta y 100 mL de agua destilada. La mezcla fue homogeneizada durante 1 hora, en frascos Erlenmeyer, usando el agitador magnético. Después, la mezcla fue centrifugada a 3.000 rpm por 5 minutos, el sobrenadante fue almacenado en vidrio ámbar bajo refrigeración a $\pm 8^{\circ}\text{C}$ hasta el momento de los análisis.

Por otro lado, Mourice¹⁰ cita a Yean-Soon y Barlow quienes encontraron en pulpa 12 mg EAG/100 g¹⁰

Los resultados obtenidos de ácido gálico encontrados son menores a los reportados en otras investigaciones que van desde 110 a 320 mg EAG/100g de pulpa de *Tamarindus indica*. las cuales pueden deberse a la zona de cultivo, clima, proceso de almacenamiento de la muestra entre otros. Posiblemente el contenido de polifenoles en fruta se ve afectado por el grado de madurez en la cosecha, diferencias genéticas (cultivar), precosecha condiciones ambientales, y condiciones de almacenamiento y procesamiento poscosecha. Varios autores han documentado que las condiciones previas a la cosecha, tales como clima, temperatura, intensidad de luz, tipo de suelo, compost, fertilización, aumentando concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y aplicación de sustancias naturales pueden interferir en la determinación de los compuestos fenólicos.¹⁰ A su vez se tiene en cuenta los azúcares y ácidos orgánicos, debido a que esta fruta de sabor agridulce es susceptible a Reacciones de pardeamiento durante

el manejo postcosecha causando modificaciones variables en los contenidos fenólicos.³⁴

Asimismo, en relación a los Contenidos comparativos en el estudio Total de polifenoles, flavonoides y propiedades antioxidantes en las diferentes partes del *Tamarindus indica* Linn originario de Nigeria, las cuales analizaron la corteza del tallo, la pulpa y la corteza de la fruta tenía estadísticas significativamente ($P = 0,05$) más alta en el total de contenidos de compuestos fenólicos; 158 ± 2.5 , 152 ± 2.2 y $94 \pm 2.1 \mu\text{g GAE} / \text{g}$. Sin embargo, el extracto de corteza del tallo y el extracto de pulpa de fruta demostraron la mayor actividad de captación de radicales mientras que las hojas y las raíces que tenían la más baja los contenidos de polifenoles y flavonoides mostraron la actividad de captación de radicales menor. El análisis de correlación revela además que existía una buena correlación entre el polifenol contenido y actividad antioxidante ($r^2 = 0,97$), y entre los contenidos totales de flavonoides y la actividad antioxidante ($r^2 = 0.77$), lo que sugiere fuertemente que los radicales libres y la capacidad de eliminación de los extractos de *T. indica* está directamente relacionada con la presencia de polifenoles. Esta correlación positiva entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante no es demostrada en los resultados obtenidos en la investigación ya que los valores son menores a los mencionados en el proyecto desarrollado. Es de importancia la determinación de compuestos fenólicos pulpa de la fruta de *T. indica* debido a que se usa ampliamente tradicionalmente para el tratamiento de la ictericia y las enfermedades gastrointestinales que se sabe que progresan con el estrés oxidativo. Por lo tanto, los altos niveles de polifenoles y flavonoides en la pulpa de la fruta de la planta sugieren que la eficacia terapéutica de esta pulpa en la medicina tradicional podría ser a través del mecanismo de eliminación de radicales libres. Esto es consistente con los altos contenidos de polifenoles y flavonoides de la pulpa de la fruta.³⁵

Los datos que se encontraron acerca de los componentes que forman parte de los compuestos fenólicos (polifenol) del pericarpio de semilla de *T. indica* están dominados por proantocianidinas (73.4%) en varias formas, catequina (2.0%), procianidina B2 (8.2%), epicatequina (9.4%), procianidina trímero (11.3%), procianidina tetrámero (22.2%), procianidina pentámero (11.6%), procianidina

hexamer (12.8%) junto con taxifolina (7.4%), apigenina (2.0%), eriodictiol (6.9%), luteolina (5.0%) y naringenina (1.4%). También se informó que el contenido de polifenoles de las semillas de tamarindo contenían solo procianidinas, representadas principalmente por procianidina oligomérica tetrámero (30.2%), procianidina hexámero (23.8%), procianidina trímero (18.1%), procianidina pentámero (17.6%) con menores cantidades de procianidina B2 (5.5%) y epicatequina (4.8%).³⁵

Asimismo, en un estudio se manifiestan que estos efectos antioxidantes se deben probablemente a la presencia de polifenoles como n-hexacosano, ácido eicosanoico, b-sitosterol, octacosanilo ferulado, 21- Ácido oxobenénico, pinitol y antioxidantes fenólicos para proantocianidinas. *T. indicus* incluye una variedad de compuestos bioactivos en las hojas, semillas, corteza, pulpa y flores con efectos beneficiosos para la salud humana y la posibilidad de aplicación en la industria farmacéutica. Otros autores mostraron que el extracto crudo de pulpa de tamarindo tiene compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes que han mejorado la eficiencia de la superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa.³⁶

Otro estudio que refuerza lo mencionado nos refiere que el tamarindo presentó el mayor contenido total de antocianinas (3.16 ± 0.40 mg / 100 g), seguido de ciruela (1.35 ± 0.04 mg / 100 g) y murici (1.02 ± 0.00 mg / 100 g). Estos resultados para el contenido total de antocianinas son compatibles con otros ya registrados para pulpas de frutas.³⁷

Por otro lado, se determinó en otros estudios tales como “Aplicación de Diversos Métodos Químicos para Determinar Actividad Antioxidante en Pulpa de Frutos” escrito por Kukoski³⁸ que no solo describió al Tamarindo si no otros de los frutos tropicales en donde determina un elevado contenido de polifenoles totales en la pulpa de mango 544.9 mg/ 100 gr, fresa (132.1 mg/100gr), uva (117.1 mg/100gr) los cuales a comparación de los datos obtenidos son realmente elevados.

En la tabla 2, se presenta la actividad antioxidante del *Tamarindus* indica la que fue evaluada por el método del DPPH el cual tuvo una reacción a los 60 minutos presentó un valor de actividad antioxidante IC50 correspondiente a 293.93 ug/ml

de extracto. Por otro lado, corroboran con Escalona⁷ en un estudio fitoquímico de las hojas de Tamarindo mostraron in IC 50 =136.28 ug/ml, por ultimo Piloto⁸ en su investigación demostró que en el extracto hidroalcoholico al 70 % de la corteza de Tamarindo mostro valores de IC 50 < 30 ug/ml y IC 50 < 32 ug en la reducción de DPPH, los cuales son resultados que difieren de los obtenidos.

Para Luanne ⁹ en su investigación se encontró EC 50 en ug /ml del extracto hidroalcoholico de Tamarindus indica de 1431.47 ug/ml.

Narendra V.³⁹ en su artículo Potencial antioxidante de tamarindus indica semilla encontró un valor IC50 para el extracto etanólico de la capa de semilla de T. indica para ser $25.24 \pm 0.044 \mu\text{g} / \text{mL}$ a concentraciones de 20 a 100 ug/ml. En el cual concluyeron De los resultados anteriores que la capa de semilla de T. indica del extracto etanólico posee una importante actividad antioxidante.

Por otro lado, El objetivo del estudio fue investigar el potencial antioxidante de las hojas de T. indica L. Los resultados obtenidos en cuanto a la actividad antioxidante del extracto y las fracciones de hojas de T. indica L por el método DPPH tienen demostrado que el extracto y las fracciones en cuestión inhibió significativamente el DPPH en todas las concentraciones. El extracto etanólico y la fracción acuosa de las hojas tuvieron las mejores actividades antioxidantes. seguido de las fracciones de diclorometano y hexano. Esto puede explicarse por la extracción de polifenoles por los disolventes polares así, la mejor capacidad antioxidante puede ser asignada, en donde Al extracto etanólico y la fracción acuosa en dicho estudio presentaron un IC50 de 60.53 y 71.66 $\mu\text{g} / \text{mL}$, respectivamente.

Está claro que la potente actividad de los extractos se debe a la abundancia de componentes fenólicos, de los cuales el extracto de etanol tiene el mayor contenido de dosis (polifenoles, flavonoides y taninos), seguido de la fracción acuosa. En el cual concluyeron que La capacidad antioxidante evaluada por DPPH indica que los mejores valores de CI50 se obtuvieron de la Extracto (60.53 $\mu\text{g} / \text{ml}$) seguido por la fracción acuosa (71.66 $\mu\text{g} / \text{ml}$).⁴⁰

Tres posibles razones pueden ser responsables de esto: en primer lugar, longitud de onda de 515 nm para DPPH. Esta subestimación de TEAC por los radicales

DPPH, es de esperar ya que la región visible, con compuestos coloreados, como las antocianinas y carotenoides, presentados en la muestra de prueba, puede tener el espectro que se superpone con DPPH a 515 nm y, por lo tanto, interfiere con la Mediciones. Una segunda razón posible podría deberse a los mecanismos de reacción del DPPH y los eliminadores de radicales libres, que también están influenciados por las conformaciones estructurales de los antioxidantes. Por lo tanto, las moléculas pequeñas que tienen un mejor acceso al sitio radical tienen una mayor actividad antioxidante aparente con esta prueba. La tercera explicación posible podría deberse a que las reacciones de DPPH con ciertos fenoles, como el eugenol y sus derivados, son reversibles, lo que da como resultado lecturas bajas para la actividad antioxidante.³⁸

V. CONCLUSIONES

- La pulpa de *Tamarindus indica* contiene compuestos fenólicos expresado en ácido gálico 10.86 mg/ 100g
- La actividad antioxidante del fruto del *Tamarindus indica* frente al radical del DPPH es de un IC 50 correspondiente a 293.93 ug/ml.

VI. RECOMENDACIONES

- A los estudiantes que desarrollan su carrera en el campo de la salud que implementen investigaciones en referencia a los frutos aun no estudiados para que de esa manera se pueda implementar la medicina tradicional.

- La evaluación de los alimentos étnicos y tradicionales puede ofrecer muchos beneficios en la promoción de salud humana. Con el fin de utilizar tales fuentes de antioxidantes, para evaluar productos, desarrollar bases de datos que sirvan de antecedentes para nuevos estudios.
- Promover la investigación brindando las facilidades a los estudiantes con respecto a la prestación de laboratorios y materiales.
- Las autoridades de agricultura fomentar la comercialización del fruto *Tamarindus indica* debido a los diferentes beneficios que este posee.
- Promover el consumo de alimentos de origen vegetal que permitan incluir en la dieta los antioxidantes para el bienestar del ser humano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1 Romero E. Lic. en Educación ambiental. Santa Elena Flores Peten. Universidad San Carlos de Guatemala. Uso de plantas medicinales y comestibles endémicas de la comunidad maya itza en el municipio de san josé, petén. Mayo, 2005. Disponible en:

http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/02/879151/uso-de-plantas-medicinales-y-comestibles-endemicas-de-la-comuni_A9zQDRD.pdf

2 López Hernández L. Maestro en Biotecnología. México, DF. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Agosto del 2010. Disponible en:

<http://148.206.53.84/tesiuami/uami15409.pdf>

3 Rodríguez A, Lafourcade P., Escalona A., Iraizoz Colarte. Preformulación de tabletas de *Tamarindus indica* L. Revista Cubana de Farmacia. 2011; 45(4):553-562. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/far/v45n4/far10411.pdf>

4 Evaluación del efecto antimicrobiano de flavonoides obtenidos de extractos de hojas de *Tamarindus indica*. Cuba. Editorial: MULTIMED Revista Médica Granma. Citado el [2 de febrero 2018]. Disponible desde:

<http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/517/846>

5 Razali, Nurhanani, Mat-Junit, Sarni, Abdul-Muthalib, Amirah Faizah, Ubramaniam, Senthilkumar. Efectos de varios solventes en la extracción de fenólicos antioxidantes de las hojas, semillas, venas y pieles de *Tamarindus indica* L. [Internet]. 2012. [citado el 13 de Marzo de 2018]; 2: 441-448. Disponible desde:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=3e10c4da-1a8b-4cd2-ae31>

6 Siddhuraju P. Actividad antioxidante de compuestos polifenólicos extraídos de la cubierta de semilla de *tamarindus indica* cruda y seca calentada. [Internet]. 2007, agosto. [citado el 19 de marzo de 2018]; 6 (40): 982-990. Disponible desde:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643806001988>

7 Escalona A. Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos de hojas de *Tamarindus indica* L. como premisa para su introducción en la medicina complementaria. Santiago de Cuba. Universidad de Oriente. Facultad de Ciencias Naturales. Diciembre del 2011. Disponible en: <http://tesis.sld.cu/index.php?P=FullRecord&ID=398>

8 Piloto Ferrer. *Tamarindus indica* L. (“tamarindo”): Evaluación del Potencial Mutagénico y Antioxidante. Latin American Journal of Pharmacy. Abril del 2018. 27 (3). 375-9. Disponible en:

http://www.latamjpharm.org/trabajos/27/3/LAJOP_27_3_1_10_Z4MB121303.pdf

9 Morais Vieiral L., Bezerra Sousall M., Mancini-FilhoIII J. Fenólicos totales y capacidad antioxidante in vitro de pulpas de frutas tropicales. Rev. Bras. Frutic. [Internet]. 2011 [Citado el 2 de Nov del 2018]; vol.33 (no.3). Disponible:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000300024

10 Mourice M., Yean S., Barlow Cuantificación de fenólicos, flavanoides y actividad antioxidante de tamarindus indica L. de áreas seleccionadas en Tanzania. [GRADO DE MAESTRÍA DE LA CIENCIA EN TECNOLOGÍA DE PRODUCTOS NATURALES]. Tanzania: Senado de Sokoine Universidad de Agricultura; 2013.

11 Ahmed, J., Ramaswamy H.S., Sashidhar K.C. 2007 Rheological characteristics of tamarind (Tamarindus indica L.) juice concentrates. LWT. 40: 225–231.

Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>

12 National Research Council. 2002. Leguminosas Tropicales: Recursos para el Futuro. The Minerva Group, Inc. Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>

13 Elar Sifuentes E, Albujar Simón Contreras C. Anuario Estadístico de la producción agrícola y Ganadera 2015. Edición: noviembre 2016. Disponible en:

http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf

14 Pérez Hernández, F. “Establecimiento de cultivo in vitro de tamarindus indica L. para la obtención de antioxidantes”. Químico en Alimentos. Toluca, México. Universidad Autónoma del Estado de México. 2016. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65363/TESIS%20Tamari%20completa.pdf?sequence=3>

15 Prakash-Saingh, J., Kumar-Singh, S., Chandel, R., Pandey, G., Prakash, A. y Chidambaram, R. 2014. Optimización del acidulante común (ácidos frutarios) para mejorar la calidad organoléptica y la vida útil de los jugos de frutas. International Journal of Pharmacological and Science Review Research. 25(1): 269- 273. Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>

16 Aengwanich, W., Suttajit, M., Srikhun, T. y Boonsorn, T. 2009. Efecto antibiótico del compuesto polifenólico extraído de la cubierta de semilla de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) sobre el rendimiento productivo de los pollos de engorde. International Journal of Poultry Science. 8(8): 749-751. Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>

17 De-Caluwé, E., Halamová, K. y Van Damme, P. 2010. *Tamarindus indica* L. – A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. Africa Focus. 23(1): 53-83.

Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>

18 Núñez, A. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. Rev Cubana Salud Pública. 2011; 37: 644-60.

Disponible: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v37s5/spu13511.pdf>

19 Avello M., Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. SCIELO [internet] 2006 [citado el 02 de marzo del 2018]; 494(2) 161 – 172.

Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/617/garcia_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

20 Coronado M, Vega S, Rey Gutiérrez L, Vázquez M, Radilla C. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev Chil Nutr. 25 de febrero de 2015. Vol. 42, N°2. Disponible en:

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>

21 Eldahshan O, Singab. 2013. Carotenoides. Journal of Pharmacognos and Phytochemistry. 2(1): 225-235.

Disponible en:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/241>

22 Peñarrieta J, Bravo J. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. Revista Boliviana de Química. vol. 31, núm. 2, julio-diciembre, 2014, pp. 68-81.

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>

23 kuskoski M, Agustín G, Asuero A, Troncoso A, Mancini-Filho, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar Actividad antioxidante en pulpa de frutos. Food Science Techn. [Internet], Oct 2005 [citado 09 Abr 2018]; 25(4):726-732. Disponible en:

<http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27642.pdf>

24 Aparcana I, Villareal L. Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto de Physalis peruviana "aguaymanto" de diferentes lugares geográficos del Perú. [Tesis de grado]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.

Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/617/garcia_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

25 Muños A, Ramos F, Alvarado C, Castañeda B, Barnett E, Yáñez J, Cajaleón D. Evaluación del contenido de fitoesteroles, compuestos fenólicos y métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en semilla de Sacha Inchi. SCIELO [Internet] 2010[citado el 24 de abril del 2018]; 76(3) 1810-634. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810>

26 Barea Alvares M. Caracterización, capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la Costa de Granada – Málaga. [Tesis Doctoral]. Granada. Universidad de Granada. 2015.

Disponible en: <https://hera.ugr.es/tesisugr/26116698.pdf>

27 Anticon M. Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados. [tesis doctoral] Universidad de Valencia. 2014.

28 Dewanto V, Wu X, Adom K, Hai R. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. J. Agric. Food Chem. 2002; 50(10):3010-4.

29 Pellegrini N; Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med. [Internet]. Jun 1999. [Citado 09 Abr 2018], 26 (9/10): 1231-1237.

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891584998003153>

30 Carrión A, García C. Preparación de extractos vegetales determinación de eficiencia de métodos. [Tesis previa a la obtención del título de bioquímica y farmacéutica]. Cuenca - Ecuador: Universidad de Cuenca; 2010. Disponible en:

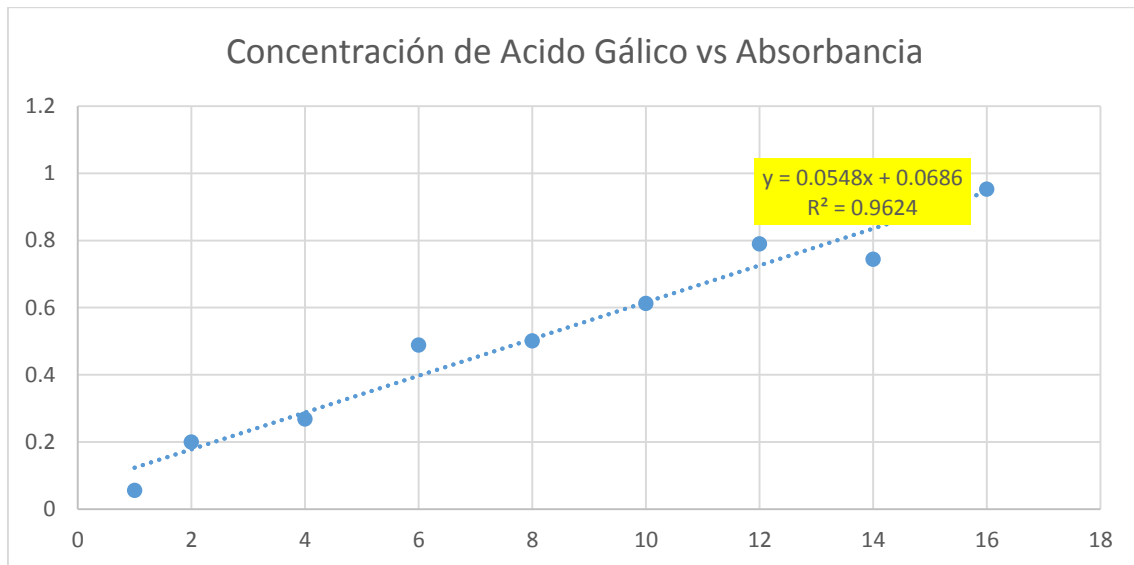
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>

31 Doroteo V, Díaz C, Terry C, López R, Barrón B. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. Revista de la Sociedad Química del Perú. 2013; 79(1):13.

- 32** Barea Alvares M. Caracterización, Capacidad antioxidante y perfil fenólico de frutas subtropicales producidas y comercializadas en la costa de Granada-Málaga. [TESIS DOCTORAL]. Granada: Universidad de Granada; 2015.
- 33** Terán Hilares R. Diseño de mezclas de compuestos fenólicos en función a su eficacia antioxidante en el aceite de Sancha Inchi (*Plukenetia volubilis*). [MAGISTER SCIENTIAE EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS]. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2014.
- 34** Maric B, Fatoumata A, Oumou K, Mamounata D, Compuestos fenólicos y actividades antioxidantes en algunas frutas y verduras de Burkina Faso. *African Journal of Biotechnology* 2011; 10 (62); pp. 13543-13547.
- 35** Sunday Atawodi, Mubarak Liman, Jonah Ottu, Uju Iliemene. Contenido total de Polifenoles, Flavonoides y propiedades antioxidantes del *Tamarindus Indica* Linn de Origen de Nigeria. *Annual Research & Review in Biology*. 2014; 4(24): 4273-4283
- 36** Aline Pereira Paes Menezes, Silvia Cristina Cerini Trevisan, Sandra Maria Barbalho and Elen Landgraf Guiguer. *Tamarindus indica* L. Una planta con múltiples propósitos medicinales. 2016; 5(3): 50-54.
- 37** Mozarina Beserra M, Almeida Paulo H, Machado de Sousa A, Campos Arriaga M, Matias do Prado G, Emanuel de Carvalho C, Magalhães Geraldo Arraes M. Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de frutas exóticas frescas del noreste de Brasil. 2011; Volumen 44, Número 7: páginas 2155-2159.
- 38** Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini-Filho J. Aplicación de Diversos Métodos Químicos Para Determinar Actividad Antioxidante en Pulpa de Frutos. *Ciencia, Tecnología y alimentación*. 2005; 25 (4): 726-732.
- 39** Vyas N, Prasad Gavatia N, Bhaskar G, Mukul T. Potencial antioxidante de *tamarindus indica* semilla coat. *Revista de investigación de farmacia*. 2009; 2(11): 1705-1706.
- 40** Amadou Ibrahima M, Papa Madieye G, Alioune Dior F, Modou Oumy K, Kady Diatta B, Abdou S, Daouda D, Emmanuel B. Actividad antioxidante del extracto de *Tamarindus indica* L. y fracciones químicas. *African Journal of Biochemistry Research*. February 2017; Vol. 11(2): pp. 6-11.

ANEXOS

Anexo 1. Concentración de ácido gálico vs Absorbancia



Anexo 2. Obtención de ug AG en el filtrado del extracto hidroalcoholico del fruto del *Tamarindus indica*

1 ml	_____	47.82 ugAG
215 ml	_____	X
1 ml	_____	47.82 ug AG
215 ml	_____	X

$$X = 10281.30\mu\text{g}$$

$$10281.30 \times 10^{-6} \text{ g}$$

$$10281.30 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ g}$$

10.28130x 10⁻³ g

10.28 mg

Anexo 3. *Obtención de mgAG en 100 gr de Tamarindus indica*

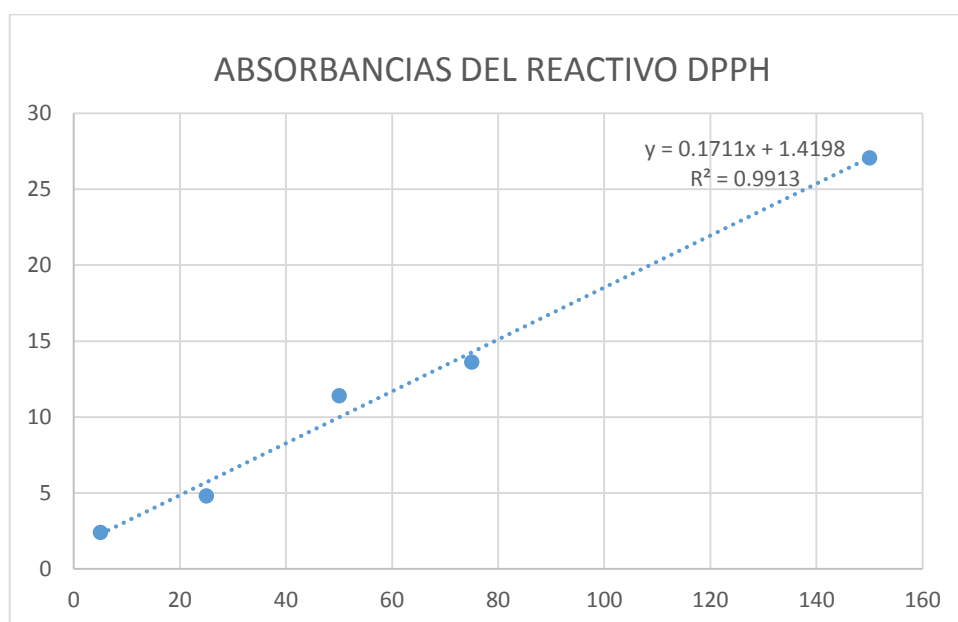
215 ml del extracto Tamarindus indica ----- 10.28 mg de AG

95 g Tamarindus indica ----- 10.28 mg de AG

100 g Tamarindus indica -----X

X= 10.82 mg AG

Anexo 4. *Curva de Absorbancias del Reactivo DPPH frente al extracto hidroalcohólico del Tamarindus Indica*



Anexo 5. Absorbancias del Reactivo DPPH frente al extracto hidroalcoholico del *Tamarindus Indica*

ABSORBANCIA DE REACTIVO (DPPH) =0.997				
	Concentración ug/mL	AM	AB	%
DPH	0	0	0	0
0.541	5	0.528	0	2.4
	25	0.515	0	4.8
0.698	50	0.618	0	11.4
	75	0.603	0	13.61
	150	0.509	0	27.08

Anexo 6. Porcentaje de Inhibición del DPPH frente a las diferentes concentraciones del Extracto de *Tamarindus Indica* (ug/ml)

Concentración del Extracto (ug/ml)	% de inhibición del DPPH
5	2.4
25	4.8
50	11.4
75	13.61
150	27.08

Anexo 7. Ecuación de la capacidad antioxidante del extracto hidroalcoholico mediante el IC50 expresado en ug/ml

IC50 283.928697
 IC50 283.93 ug/ml IC50 = 31ng AG/ml

100 g ----- 10.92 mg AG
 283.93 x 10⁻⁶ g ----- X

X=31.005 mg x 10⁻⁶
 X= 31.005 x 10⁻³ x 10⁻⁶ g
 X= 31.005 x 10⁻⁹ g

X= 31 ng AG

Anexos 8. Procedimiento Preparación del Extracto Hidroalcoholico



Proceso de desinfección del Tamarindus Indica



Pelado de la pulpa de Tamarindus Indica



Colocación de la pulpa de Tamarindo a la estufa a 40c°



Machacado de la muestra seca de pulpa de Tamarindus indica



Disolución del extracto con etanol 80 %

Luego de la maceración por dos semanas se llevó a cabo la filtración y posteriormente la medición de grados Brix 28.6



Anexos 9. Método para determinar los compuestos fenólicos – Folin Ciocalteu

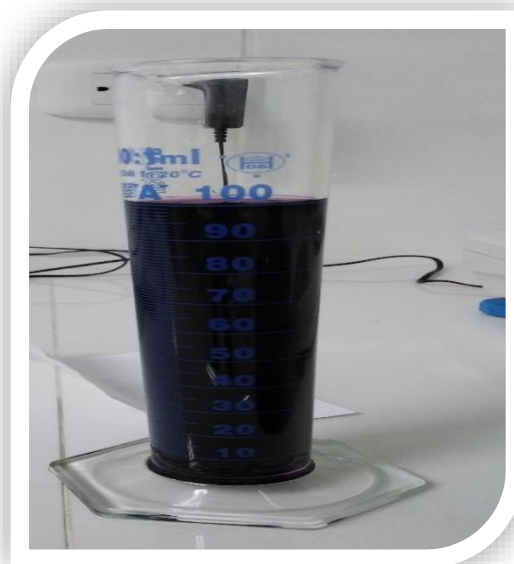


El procedimiento inicial fue medir el contenido de filtrado para posteriormente colocar en los tubos de ensayo la muestra



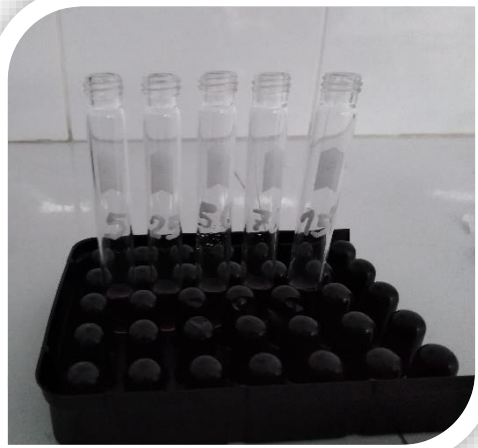
Tubos de ensayo con la muestra del extracto hidroalcoholico y el reactivo Folin Ciocalteu para posteriormente ser medido a través del espectrofotómetro.

Anexos 10. Método para determinar la capacidad Antioxidante - DPPH



Preparación del DPPH

Medición de los grados Brix del extracto hidroalcoholico de Tamarindus Indica



Mezclado de las disoluciones con DPHH dejando reposar por 60 minutos para luego ser medido por el espectrofotómetro.

